

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 9 月 1 2 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 2 0 7 7 9
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 2 0 7 7 9]

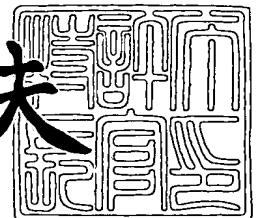
出 願 人 沖電気工業株式会社
Applicant(s)



2 0 0 4 年 2 月 1 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 0 9 8 3

【書類名】 特許願
【整理番号】 KA003918
【提出日】 平成15年 9月12日
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿
【国際特許分類】 H01L 21/027
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内
 【氏名】 渡辺 実
【特許出願人】
 【識別番号】 000000295
 【氏名又は名称】 沖電気工業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100086807
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 柿本 恭成
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 007412
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9001054

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

エネルギー線の照射によってガラス転移温度が上昇するレジスト剤を加工対象の基板上に塗布する処理と、

前記レジスト剤に対して露光及び現像を行うことにより所定のレジストパターンを形成する処理と、

前記レジストパターンの表面に一定量のエネルギー線を照射してその表面のガラス転移温度を上昇させる処理と、

前記エネルギー線が照射されたレジストパターンを所定の温度でベーク処理することにより、該レジストパターンの下層部を流動化させて断面をテーパー状にする処理とを、

順次施すことを特徴とするレジストパターン形成方法。

【請求項 2】

エネルギー線の照射によってガラス転移温度が上昇するレジスト剤を加工対象の基板上に塗布する処理と、

前記レジスト剤に対して露光及び現像を行うことにより所定のレジストパターンを形成する処理と、

前記レジストパターンの表面に一定量のエネルギー線を照射してその表面のガラス転移温度を上昇させる処理と、

前記エネルギー線が照射されたレジストパターンを所定の温度でベーク処理することにより、該レジストパターンの下層部を流動化させて断面をテーパー状にする処理と、

前記断面がテーパー状になったレジストパターンをマスクとして、前記加工対象の基板をエッチングしてテーパー形状の穴または溝を形成する処理とを、

順次施すことを特徴とするデバイス製造方法。

【書類名】 明細書**【発明の名称】 レジストパターン形成方法とデバイス製造方法****【技術分野】****【0001】**

本発明は、半導体装置やデバイスを製造するときにエッチングマスクとして使用するレジストパターンの形成技術に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

デバイスの高性能化と微細化の進展により、コンタクトパターン等を収縮させる寸法シュリンクに対する要求が高まっている。一般的に、デバイス製造工程中のコンタクト形成において、チップシュリンクや合わせ余裕確保の観点から、コンタクト径をシュリンクする技術が開発されてきており、これにより製造コストの低減や製品歩留まりの向上が図られてきている。

【0003】

シュリンク技術の1つに、テーパーエッチング法がある。これは、リソグラフィー工程で形成した垂直形状のレジストパターンをマスクとしてエッチングする際に、ホールの内壁部へのデポジションを利用して徐々にホールサイズを縮小化し、被加工膜をテーパー形状にエッチングする技術である。例えば、通常のリソグラフィー処理によって直径0.26 μm 程度のホールレジストパターンを垂直に形成した基板に、テーパーエッチングを行うことにより、被加工膜の上層部分が直径0.26 μm 、下層部分が直径0.20 μm 程度の寸法でテーパー形状となるコンタクトホールを加工することができる。

【特許文献1】 2000-182940号公報**【特許文献2】** 2001-307993号公報**【特許文献3】** 2001-326153号公報**【特許文献4】** 2001-332484号公報**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、上記のテーパーエッチング法では、テーパー角を制御することが困難であり、更に、デポジションでのエッチングストップのために、コンタクトホールが未開口となってしまう等の課題があった。

【課題を解決するための手段】**【0005】**

本発明は、レジストパターンの形成において、エネルギー線の照射によってガラス転移温度が上昇するレジスト剤を加工対象の基板上に塗布する処理と、前記レジスト剤に対して露光及び現像を行うことにより所定のレジストパターンを形成する処理と、前記レジストパターンの表面に一定量のエネルギー線を照射してその表面のガラス転移温度を上昇させる処理と、前記エネルギー線が照射されたレジストパターンを所定の温度でベーク処理することにより、該レジストパターンの下層部を流動化させて断面をテーパー状にする処理とを順次施すことを特徴としている。

【発明の効果】**【0006】**

本発明では、レジストパターンの表面にエネルギー線を照射してその表面のガラス転移温度を上昇させる処理と、このレジストパターンを所定の温度でベーク処理して該レジストパターンの下層部を流動化させる処理を施している。これにより、断面がテーパー状となったレジストパターンが形成され、これをマスクとしてエッチングすることにより、微細な半導体装置やデバイスを低コストで製造することができるという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】**【0007】**

Si基板の表面に、電子ビームの照射でガラス転移温度が上昇する性質を有する化学増

幅型ポジレジスト剤等を塗布し、このレジスト剤によるレジストパターンを形成する。更に、レジストパターンの表面に電子ビームを照射し、上層部のガラス転移温度を上昇させたあとベーク処理を行う。これにより、電子ビームが照射されていない下層部のレジストパターンが流動化し、このレジストパターンの断面がテーパ状となり、レジストパターン下部の開口部を縮小させることができる。更に、このテーパ状のレジストパターンをマスクとして、通常のエッチング処理を行うことにより、微細構造の半導体装置やデバイスを製造する。

【実施例 1】

【0008】

図 1 (a) ~ (e) は、本発明の実施例 1 を示すレジストパターン形成方法の工程図である。以下、この図 1 (a) ~ (e) に従って、Si 基板に微細なコンタクトホールを形成するためのレジストパターン形成方法を説明する。

【0009】

(1) 工程 1

図 1 (a) に示すように、Si 基板 1 の表面に厚さ 110 nm 程度の反射防止膜 (BARC) 11 を塗布する。更にその上層に、電子ビームの照射によってガラス転移温度が上昇するレジスト剤 (例えば、信越化学製、化学増幅型ポジレジスト剤 SEPR 411) 12 を 1000 nm 程度の厚さに塗布し、100℃程度でベーク処理を行う。次に、KrF エキシマレーザー露光装置 (開口数 = 0.60、 $\sigma = 0.75$) を用いて、 $0.28 \mu\text{m}$ コンタクト図形を含む所望の設計回路を有するマスク M のパターンを、 $95 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ 程度の露光で焼き付ける。

【0010】

(2) 工程 2

露光されたレジスト剤 12 を、テトラメチル・アンモニウム・ヒドロオキシサイト (TMAH) 2.38% 現像液によって現像処理を行う。これにより、図 1 (b) に示すように、レジスト剤 12 の露光部が垂直に除去され、280 nm 設計のホールパターンを有するレジストパターン 12a が形成される。

【0011】

(3) 工程 3

図 1 (c) に示すように、レジストパターン 12a が形成された Si 基板 1 の全面に、電子ビーム (EB) を照射する。ここでは、レジストパターン 12a の上層部を選択的に電子ビーム処理するために、1 keV、 $500 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ で照射処理を行う。これにより、電子ビーム処理が行われたレジストパターン 12b の上層部のガラス転移温度が 150℃程度に上昇し、耐熱性が向上する。

【0012】

(4) 工程 4

ホットプレートを用いて、レジストパターン 12b に対して 155℃、90 秒のベーク処理を行う。これにより、レジストパターン 12b の下層部で、電子ビーム処理が行われていない箇所 (ガラス転移温度が低い部分) に熱だれが生じ、図 1 (d) に示すようにホールパターンの形状がテーパ状になったレジストパターン 12c が得られる。即ち、レジストパターン 12c の上層部におけるホール径は、初めに形成したとおりの $0.28 \mu\text{m}$ に維持され、このレジストパターン 12c の下層部におけるホール径は、最初の寸法よりも縮小して、例えば $0.10 \mu\text{m}$ となる。

【0013】

以上がテーパ形状のレジストパターンの形成工程であるが、このように形成されたテーパ状のレジストパターン 12c をエッチングマスクとして、通常の方法で加工対象の Si 基板 1 をエッチングする。これにより、レジストパターン 12c と Si 基板 1 が同時にテーパ状にエッチングされ、図 1 (e) に示すように、上部のホール径が $0.28 \mu\text{m}$ 、下部のホール径が $0.1 \mu\text{m}$ のテーパ形状になった、目的とするコンタクトホール 1h が形成された Si 基板 1a が得られる。

【0014】

以上のように、この実施例1のレジストパターン形成方法は、レジストパターン12aの表面に電子ビームを照射して上層部のガラス転移温度を高くした後、このレジストパターン12bをベーク処理するようにしている。これにより、下層部が選択的に熱だれし、テーパ形状の微細なホールパターンを有するレジストパターン12cを形成することができるという利点がある。なお、テーパ角やホール径縮小量は、レジスト剤12の種類や膜厚、電子ビームの照射量、及びベーク条件等によって制御可能である。

【0015】

更に、この実施例1ではリソグラフィー処理で3次元テーパ形状による寸法縮小を行うため、従来のエッチング処理によるテーパ形状コンタクト形成方法に比較して、高精度の寸法制御が可能となり、微小なホールパターン形成が可能になる。

【実施例2】

【0016】

図2(a)～(e)は、本発明の実施例2を示すデバイス製造方法の工程図であり、図1中の要素と共通の要素には共通の符号が付されている。以下、この図2(a)～(e)に従って、半導体デバイスの製造方法を説明する。

【0017】

(1) 工程1

まず、シリコンウエハに対して、素子分離工程、ゲート形成工程等を行って形成されたシリコン基板1の表面に、シリコン酸化膜(NSG)等の層間絶縁膜2を1000nm程度の厚さに形成する。更に、層間絶縁膜2の表面に厚さ110nm程度の反射防止膜11を塗布した後、その上層に電子ビームの照射によってガラス転移温度が上昇するレジスト剤12を1000nm程度の厚さに塗布し、100℃程度でベーク処理を行う。

【0018】

次に、図2(a)に示すように、KrFエキシマレーザー露光装置(開口数=0.60、 $\sigma=0.75$)を用いて、 $0.28\mu\text{m}$ コンタクト図形を含む所望の設計回路を有するマスクMのパターンを、 $95\text{mJ}/\text{cm}^2$ 程度の露光で焼き付ける。

【0019】

(2) 工程2

露光されたレジスト剤12を、テトラメチル・アンモニウム・ハイドロオキサイト2.38%現像液によって現像処理を行う。これにより、図2(b)に示すように、レジスト剤12の露光部が垂直に除去され、280nm設計のホールパターンを有するレジストパターン12aが形成される。

【0020】

(3) 工程3

図2(c)に示すように、レジストパターン12aが形成されたSi基板1の全面に、電子ビームを照射する。ここでは、レジストパターン12aの上層部を選択的に電子ビーム処理するために、 1keV 、 $500\mu\text{C}/\text{cm}^2$ で照射処理を行う。これにより、電子ビーム処理が行われたレジストパターン12bの上層部のガラス転移温度が150℃程度に上昇し、耐熱性が向上する。

【0021】

(4) 工程4

ホットプレートを用いて、レジストパターン12bに対して155℃、90秒のベーク処理を行う。これにより、レジストパターン12bの下層部で、電子ビーム処理が行われていない箇所に熱だれが生じ、図2(d)に示すようにホールパターンの形状がテーパ状になったレジストパターン12cが得られる。即ち、レジストパターン12cの上層部におけるホール径は、初めに形成したとおりの $0.28\mu\text{m}$ に維持され、このレジストパターン12cの下層部におけるホール径は、最初の寸法よりも縮小して、例えば $0.10\mu\text{m}$ となる。

【0022】

(5) 工程 5

このように形成されたテーパ状のレジストパターン 12c をエッチングマスクとして、通常の方法で加工対象の層間絶縁膜 2 をエッチングする。これにより、レジストパターン 12c と層間絶縁膜 2 が同時にテーパ状にエッチングされ、図 2 (e) に示すように、上部のホール径が $0.28\mu\text{m}$ 、下部のホール径が $0.1\mu\text{m}$ のテーパ形状になった、目的とするコンタクトホール 2h が形成された層間絶縁膜 2a が得られる。その後、通常のコンタクトホール埋め込み工程、及びメタル配線工程等によってデバイスの製造を行う。

【0023】

以上のように、この実施例 2 のデバイス製造方法は、レジストパターン 12a の表面に電子ビームを照射して上層部のガラス転移温度を高くした後、このレジストパターン 12b をベーク処理するようにしている。これにより、実施例 1 と同様のレジストパターンを形成することができ、微細なコンタクトホールの形成が可能になり、デバイスのチップ面積縮小や、デバイス製造における合わせ余裕確保が容易になるという利点がある。

【0024】

なお、以上説明した実施例は、あくまでも、この発明の技術内容を明らかにするためのものである。この発明は、上記実施例にのみ限定して狭義に解釈されるものではなく、この発明の特許請求の範囲に述べる範囲内で、種々変更して実施することができる。その変形例としては、例えば、次のようなものがある。

【0025】

(1) コンタクトホールを例にしてレジストパターンの形成方法を説明したが、ビア、トレンチ、ダマシン、キャパシタ等の、各種の溝や穴のパターン形成にも適用できる。

【0026】

(2) 実施例中で示した材料、寸法、処理条件等は一例であり、同様の処理が可能なものに置き換えることができる。

【産業上の利用可能性】**【0027】**

本発明の活用例として、例えば、次のようなものがある。

【0028】

(a) マスク、液晶、薄膜磁気ヘッド、MEMS 等の製造。

【0029】

(b) ナノレベルのレジストパターンの形成。

【図面の簡単な説明】**【0030】**

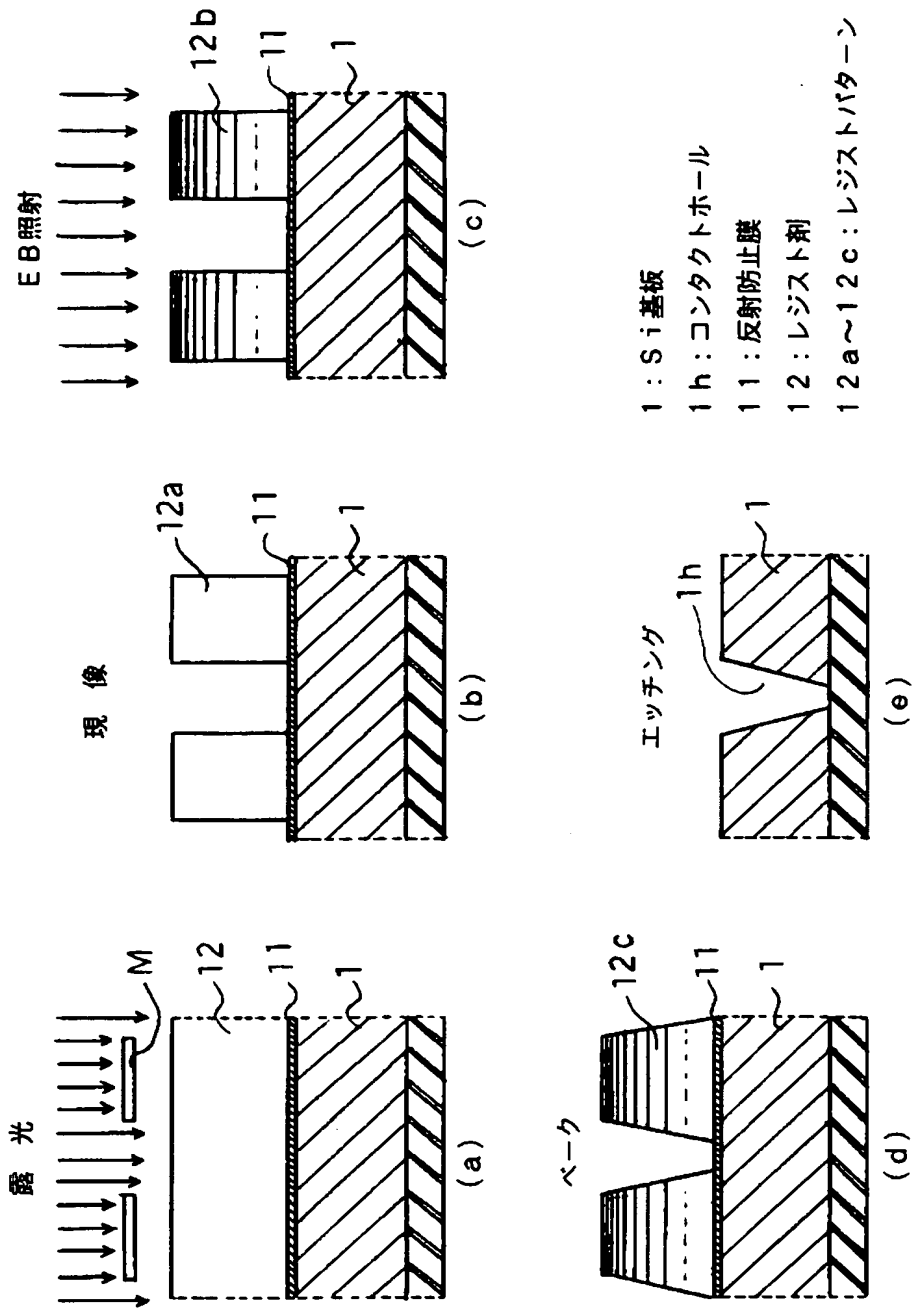
【図 1】 本発明の実施例 1 を示すレジストパターン形成方法の工程図である。

【図 2】 本発明の実施例 2 を示すデバイス製造方法の工程図である。

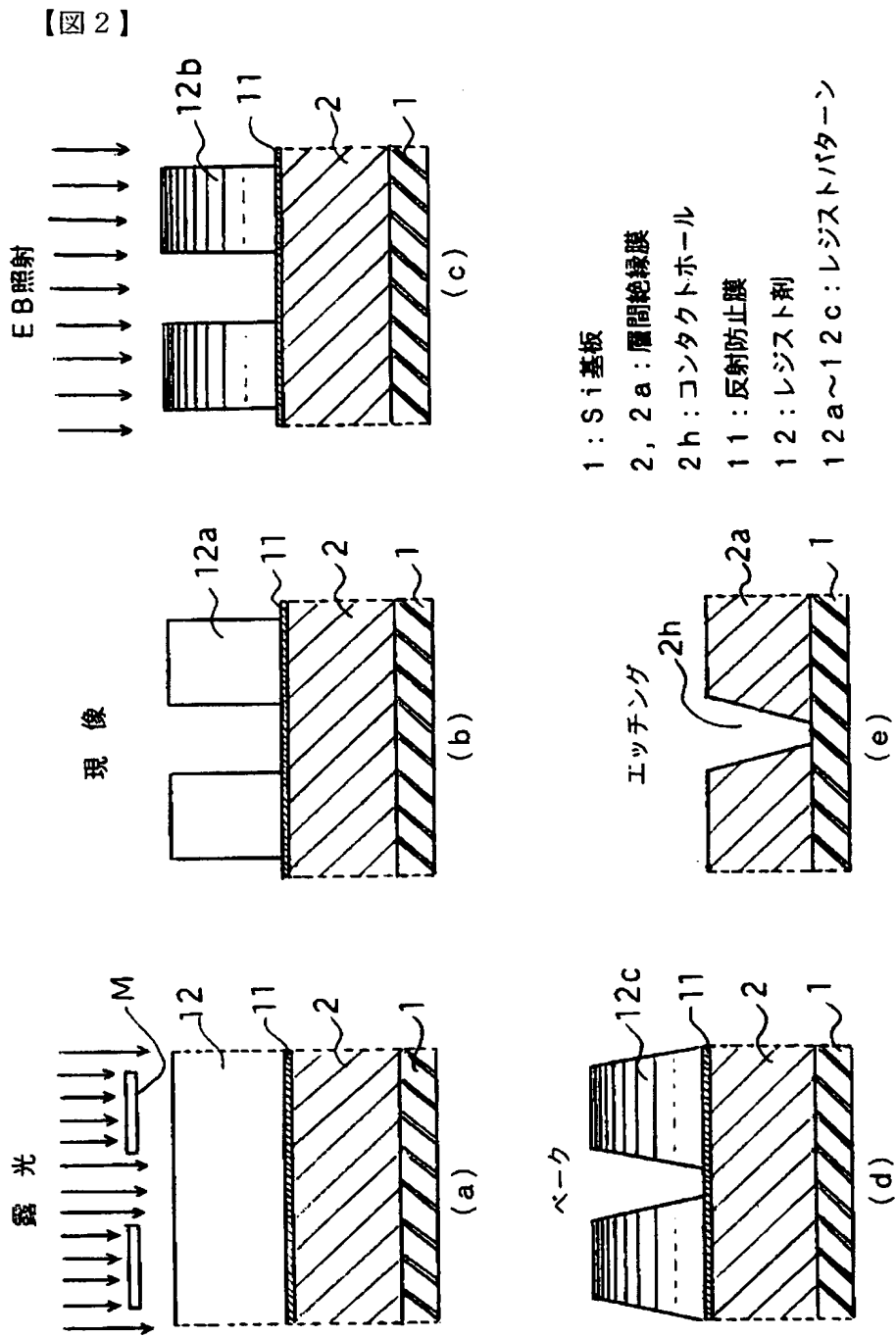
【符号の説明】**【0031】**

- 1 Si 基板
- 1h, 2h コンタクトホール
- 2, 2a 層間絶縁膜
- 11 反射防止膜
- 12 レジスト剤
- 12a ~ 12c レジストパターン

【書類名】 図面
【図 1】



本発明の実施例 1 のレジストパターン形成方法



本発明の実施例 2 のデバイス製造方法

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 微細構造の半導体装置等の製造に用いるレジストパターンの製造方法を提供する。

【解決手段】 Si 基板 1 の表面に、電子ビームの照射でガラス転移温度が上昇する性質を有する化学増幅型ポジレジスト剤 1 2 を塗布し、このレジスト剤 1 2 によるレジストパターン 1 2 a を形成する。更に、レジストパターン 1 2 a の表面に電子ビームを照射し、上層部のガラス転移温度を上昇させたあとベーク処理を行う。これにより、電子ビームが照射されていない下層部のレジストパターン 1 2 b が流動化し、断面がテーパ状となって下部の開口部が縮小したレジストパターン 1 2 c が得られる。更に、このテーパ状のレジストパターン 1 2 c をマスクとして、通常のエッチング処理を行って微細構造の半導体装置やデバイスを製造する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 3 2 0 7 7 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 0 2 9 5]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 2 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

氏 名

沖電気工業株式会社